

Rec'd PCT/PTO 19 NOV 2004

BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND

10/517353

REC'D 06 AUG 2003

WIPO PCT



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Gebrauchsmusteranmeldung**

Aktenzeichen: 202 10 808.2

Anmeldetag: 15. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: ThyssenKrupp Technologies AG, Essen/DE

Bezeichnung: Fahrweg, Fahrwegmodul und Verfahren zu dessen
Herstellung

IPC: E 01 B 25/30

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 30. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Best Available Copy

Jerofsky

DE 8330



Patentanwalt
Diplom-Physiker
Reinfried Frhr. v. Schorlemer

Karthäuserstr. 5A
34117 Kassel
Allemagne

Telefon/Telephone (0561) 15335
(0561) 780031
Telefax/Telecopier (0561) 780032

2/35 Ersetzt durch Blatt 38/71

ThyssenKrupp Technologies AG, 45128 Essen

Fahrweg, Fahrwegmodul und Verfahren zu dessen Herstellung

Die Erfindung betrifft einen Fahrweg und ein Fahrwegmodul für Magnetschwebefahrzeuge nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 18 sowie ein Verfahren zur Herstellung des Fahrwegmoduls.

- 5 Für den Antrieb und die Spurführung von Magnetschwebefahrzeugen mit Langstator-Linearmotoren werden Fahrwege mit zwei Arten von Funktionsflächen benötigt. Wenigstens eine erste Funktionsfläche in Form einer Seitenführungsfläche, die an einem ersten Ausrüstungsteil in Form einer Seitenführschiene befestigt ist, dient der Spurführung. Wenigstens eine weitere erste Funktionsfläche in Form einer Gleitfläche wird beim
- 10 normalen Anhalten oder bei Notabsetzungen der Magnetschwebefahrzeuge benötigt und an einem weiteren ersten Ausrüstungsteil in Form einer Gleitleiste ausgebildet. Schließlich sind zweite Funktionsflächen in Form von Montageflächen, die der nachträglichen Montage von Statorpaketen der Langstator-Linearmotoren dienen, an zweiten Ausrüstungsteilen in Form von Statorträgern ausgebildet. Dabei bilden die Unterseiten dieser Stator-
- 15 pakete mit an den Magnetschwebefahrzeugen montierten Trag- und Erregermagneten im Schweb- und Fahrzustand der Fahrzeuge einen Spalt von ca. 10 mm.

Die bisher bekannt gewordenen Fahrwege für Magnetschwebesysteme dieser Art bestehen überwiegend aus in Richtung einer vorgewählten Trasse hintereinander angeordneten,

- 2 -

z. B. 24 m bis 62 m langen Fahrwegabschnitten. Jeder Fahrwegabschnitt besteht aus einem auf zwei oder drei Stützen gelagerten Träger und den an diesem befestigten Ausrüstungsteilen. Dabei sollten die ersten Funktionsflächen, d.h. die Seitenführungs- und Gleitflächen über die ganze Trägerlänge erstreckt und mit allen notwendigen Krümmungen
5 versehen sein, die sich aus den zu durchfahrenden Kurven, Kuppen, Tälern usw. der gewählten Trasse ergeben. Dagegen bestehen die zweiten Funktionsflächen, d.h. die Montageflächen in der Regel aus in Trassenrichtung beabstandeten, ebenen Flächenabschnitten, da die an ihnen befestigten Statorpakete nur an ausgewählten Stellen mit dem Träger verbunden und dabei so angeordnet werden, daß ihre ebenfalls ebenen Unterseiten
10 längs eines einer vorgewählten Raumkurve angenäherten Polygonzugs verlaufen (DE 199 34 912 A1).

Die genannten Funktionsflächen müssen zur Sicherstellung einer auch bei Fahrgeschwindigkeiten bis zu 500 km/h und mehr einwandfreien Funktion des Fähr- und Antriebs-
15 systems mit hoher Präzision hergestellt und/oder montiert werden. Für die durch den Abstand von meistens zwei Seitenführschienen festgelegte Spurweite und das durch den Abstand der Gleitflächen von den Unterseiten der Statorpakete festgelegte Zangenmaß werden - über die Länge eines Trägers betrachtet - z. B. Maßtoleranzen von höchstens 2 mm, vorzugsweise von weniger als 1 mm gefordert. Für den Seiten- und Höhenversatz
20 an den Stoßstellen benachbarter Träger und Statorpakete werden sogar Toleranzen von höchstens 0,2 mm zugelassen.

Zur Herstellung der Funktionsflächen und zur Montage der Ausrüstungsteile an den Trägern sind zahlreiche Vorschläge bekannt geworden.

25 Die Herstellung der Montageflächen für die Statorpakete erfolgt durchweg dadurch, daß in einem ersten Schritt die Statorträger durch Schweißen oder Schrauben an Trägern aus Stahl oder durch Vergußmörtel an Trägern aus Beton befestigt werden. Daran anschließend werden in einem zweiten Schritt die Montageflächen hergestellt, indem die Statorträger außer mit Bohrungen für Befestigungsschrauben entweder mit zur Aufnahme von
30 Abstandshülsen geeigneten Einsenkungen versehen oder zunächst mit Übermaß hergestellt

- und dann durch spanabhebende Bearbeitung auf ein vorgewählten Sollmaß abgearbeitet werden. In beiden Fällen wird durch Anwendung von computergesteuerten Werkzeugen und unter Berücksichtigung aller zweckmäßigen Daten der Trasse sichergestellt, daß die Unterseiten der Statorpakete nach der Montage automatisch mit den erforderlichen
- 5 Toleranzen angeordnet und ausgerichtet sind (z.B. DE 34 04 061 C1, DE 39 28 277 C1).

- Die Anwendung einer derartigen Verfahrensweise ist nur bei der Montage der vergleichsweise kurzen, maximal ca. 2 m langen, geraden Statorpakete sinnvoll, die in großen Stückzahlen, mit identischen Abmessungen und mit sehr geringen Toleranzabweichungen
- 10 hergestellt werden können. Eine Übertragung dieser Verfahrensweise auf die Montage der vergleichsweise langen und in Abhängigkeit vom Trassenverlauf unterschiedlich gekrümmten Seitenführschiene und Gleitleisten würde dagegen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen. Abgesehen davon wäre bei einer derartigen Montage der ersten Ausrüstungsteile nicht automatisch sichergestellt, daß die an ihnen vorgesehenen Funktions-
- 15 flächen über die ganze Trägerlänge innerhalb der geforderten Toleranzen liegen.

- Die Montage der in der Regel aus Stahl bestehenden Seitenführschiene und Gleitleisten erfolgt daher bei Stahlträgern überwiegend dadurch, daß diese Ausrüstungsteile analog zu den Statorträgern durch Schweißen oder mit Hilfe von justierbaren Schrauben an den
- 20 Trägern befestigt werden. Zur Einhaltung der geforderten Toleranzen über die ganze Trägerlänge werden danach aufwendige Justierarbeiten durchgeführt, um die an den ersten Ausrüstungsteilen bereits vorhandenen Seitenführungs- und Gleitflächen trassengerecht auszurichten und ggf. vorhandene Welligkeiten auszugleichen. Dasselbe gilt bei der Befestigung dieser Ausrüstungsteile an Betonträgern mit Hilfe von in diese eingegossenen
- 25 Anschlußkörpern für Befestigungsschrauben oder von an den ersten Ausrüstungsteilen angebrachten Ankern, die nach der genauen Ausrichtung mit Vergußmörtel in dafür vorgesehenen Ausnehmungen der Betonträger befestigt werden (z. B. ZEV-Glas. Ann. 105, 1981, S. 205 bis 215; "Bauingenieur" 63, 1988, S. 463 bis 469). Daneben ist es zwar auch bekannt, die Gleitleisten bei Anwendung von Betonträgern einstückig mit
- 30 diesen aus Beton herzustellen und danach durch Schleifen auf eine vorgewählte, an den Unterseiten der Statorpakete orientierte Sollhöhe abzarbeiten. Das setzt jedoch voraus,

- 4 -

daß die Statorpakete bereits montiert sind. Der Schleifvorgang findet daher bei bereits errichteten Trägern mit Hilfe eines speziellen Fräsfahrzeugs statt, was die Herstellung der Gleitleisten nicht gerade vereinfacht ("Magnetbahn Transrapid - Die neue Dimension des Reisens" von Dr.-Ing. Klaus Heinrich und Dipl.-Ing. Rolf Kretschmar, Hestra Verlag Darmstadt 1989, S. 23).

Weiterhin ist es bekannt, die Träger aus Verbundbeton herzustellen und bereits bei ihrer Herstellung mit den drei aus Stahl gefertigten Ausrüstungsteilen zu versehen. Dabei können diese Ausrüstungsteile zur Verbesserung der Stabilität durch Schweißen zu einem starren, zumindest teilweise im Beton liegenden Gerüst und/oder zu einer beim Gießen des Betons anwendbaren Verschalung verbunden werden (DE 42 19 200 A1, EP 0 381 136 B1). Derartige Verfahren setzen jedoch mit hoher Präzision hergestellte Ausrüstungsteile und Funktionsflächen voraus und sind deshalb in der Praxis noch nicht eingesetzt worden.

Dasselbe gilt für zahlreiche andere zur Herstellung und Montage der Ausrüstungsteile bekannte Verfahren, bei denen von der Idee Gebrauch gemacht wird, separat von den Trägern komplett vorgefertigte, mit allen erforderlichen Funktionsflächen versehene Baueinheiten herzustellen. Diese Baueinheiten werden an der Baustelle mit Hilfe von justierbaren Schrauben oder dgl. an den zugehörigen Trägern befestigt (DE 41 15 935 A1, DE 41 15 936 A1, DE 196 19 866 A1, DE 196 19 867 A1). Die Einhaltung enger Toleranzen ist auch hierbei nur möglich, wenn bereits die vorgefertigten Baueinheiten mit der geforderten Genauigkeit hergestellt werden. Dadurch ergeben sich keine Vorteile gegenüber den anderen angegebenen Verfahren, da das Richtproblem lediglich von den Trägern auf die Baueinheiten verlagert wird.

Zur Verminderung der beschriebenen Probleme ist es weiterhin bereits bekannt, anstelle der über die ganze Trägerlänge erstreckten Baueinheiten nur kurze, z.B. 6 m lange Fahrwegplatten der eingangs bezeichneten Gattung, d.h. plattenförmige Module zu verwenden. Diese Module werden z.B. komplett aus Stahl durch Schweißen oder auch in Verbundbauweise dadurch hergestellt, daß Seitenführschienen, Gleitleisten und Stator-

- 5 -

- träger vor dem Betonieren paßgenau in eine Stahlschalung eingelegt werden. Durch derartige Module soll einerseits eine nachträgliche Justierung der relativen Lagen der verschiedenen Funktionsflächen zueinander vermieden werden. Andererseits soll durch die Herstellung kurzer, plattenförmiger und identisch ausgebildeter Module erreicht werden,
- 5 daß diese analog zu den Statorpaketen längs Polygonzügen verlegt und dadurch an eine vorgegebene Raumkurve angenähert werden können (DE 198 08 622 C2, DE 298 09 580 U1, EP 1 048 784 A2). Zur Befestigung der Plattenmodule an den Trägern wird dabei u.a. vorgeschlagen, an den Unterseiten der Module angebrachte Festhalteeinrichtungen bzw. Abstandsstücke vorzusehen, die in Öffnungen der Träger ragen und so ausgebildet
- 10 sind, daß sie wahlweise ein Festlager bilden oder dem Modul einen Freiheitsgrad erlauben. Ferner ist vorgesehen, erforderliche Kurvenüberhöhungen bzw. Querneigungen des Fahrwegs dadurch zu realisieren, daß zwischen die Module und die Träger geeignete Keil- und Abstandsstücke eingelegt werden.
- 15 Ein Problem einer derartigen Modulbauweise besteht darin, daß sich die geforderten engen Toleranzen allenfalls dann realisieren lassen, wenn es sich um die Herstellung von geraden Fahrwegabschnitten oder von Fahrwegabschnitten handelt, die in den drei Raumrichtungen mit sehr großen Radien gekrümmt sind. Je kleiner nämlich die Kurvenradien sind, um so stärker machen sich die Folgen einer polygonalen Verlegung einzelner Module ins-
- 20 besondere im Hinblick auf eine exakte Spurführung und den damit angestrebten Fahrkomfort bemerkbar.

- Trotz des erläuterten Standes der Technik sind daher die bis heute bekannten Fahrwege, Fahrwegmodule und Verfahren zu deren Herstellung noch nicht in allen Punkten befriedi-
- 25 gend.

- Ausgehend davon liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, den Fahrweg der eingangs bezeichneten Gattung so auszubilden, daß er auf seiner ganzen Länge die geforderte Maßhaltigkeit besitzt, ohne daß die Ausrüstungsteile mit aufwendigen Maßnahmen ausgerichtet werden müssen. Außerdem sollen ein Fahrwegmodul und ein Verfahren
- 30 zu dessen Herstellung vorgeschlagen werden, mittels derer die Errichtung eines Fahrwegs

- 6 -

für Magnetschwebefahrzeuge stark vereinfacht und dennoch unter Einhaltung der erläuterten Toleranzen durchgeführt werden kann.

Zur Lösung dieses Problems dienen die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1, 18
5 und 21.

Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen an
10 Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die perspektivische Ansicht eines idealisiert dargestellten Fahrwegmoduls mit den
üblichen Seitenführungs-, Gleit- und Statorpaket-Montageflächen im Bereich eines eine
Kurve durchlaufenden Fahrwegabschnitts;

15

Fig. 2 die perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäß hergestellten Fahrweg-
moduls;

Fig. 3 in einer stark vergrößerten, schematischen Darstellung die Befestigung eines
20 Statorpakets an einer Montagefläche des Moduls nach Fig. 2;

Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen, aus Modulen nach
Fig. 2 hergestellten Fahrweg;

25 Fig. 5 und 6 Schnitte längs der Linien V - V und VI - VI der Fig. 4;

Fig. 7 eine perspektivische Draufsicht auf ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfin-
dungsgemäßen Moduls in nicht mittragender Bauweise;

30 Fig. 8 eine perspektivische Unteransicht des Moduls nach Fig. 7;

- 7 -

Fig. 9 schematisch die Montage des Moduls nach Fig. 7 und 8 an einem Betonträger;

Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Lagerschemas für das Modul nach Fig. 7 bis 9;

5

Fig. 11 schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Montage eines erfindungsgemäßen Moduls in nicht mittragender Bauweise;

Fig. 12 einen Querschnitt längs der Linie XII - XII der Fig. 11;

10

Fig. 13 schematisch ein drittes Ausführungsbeispiel für die Montage eines erfindungsgemäßen Moduls in nicht mittragender Bauweise;

Fig. 14 bis 16 schematisch einen Ausschnitt eines vierten Ausführungsbeispiels für die

15 Montage eines erfindungsgemäßen Moduls in nicht mittragender Bauweise in einer perspektivischen Ansicht sowie in je einem durch ein Lager gelegten Quer- und Längsschnitt; und

Fig. 17 schematisch eine der Fig. 8 entsprechende Unteransicht eines erfindungsgemäßen

20 Moduls bei mittragender Bauweise.

Fig. 1 zeigt ein aus Stahl hergestelltes, idealisiert dargestelltes Fahrwegmodul 1, das zur Errichtung eines Fahrwegs für eine Magnetschwebbahn mit einem Langstator-Linearmotor geeignet ist. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich um ein Modul 1, das als ganzes

25 längs einer vorgegebenen Trasse gekrümmt ist, wie durch eine in seiner Mittelebene dargestellte Raumkurve 2 angedeutet ist. Außerdem ist schematisch ein kartesisches Koordinatensystem mit zueinander senkrechten Achsen x, y und z angedeutet. Dabei bedeutet eine Krümmung um die x-Achse eine Querneigung im Sinne einer Kurvenüberhöhung, eine Krümmung um die y-Achse einen eine Kuppe oder ein Tal durch-

30 laufenden Fahrwegabschnitt und eine Krümmung um die z-Achse eine Kurvenfahrt.

- 8 -

Das Modul 1 weist an seiner Oberseite zwei parallele, im wesentlichen horizontal angeordnete und als Gleitflächen 3 dienende Abschnitte und an seinen Längsseiten zwei im wesentlichen vertikale Seitenführschiene 4 auf, die an ihren Außenseiten mit Seitenführungsflächen 5 versehen sind. An der Unterseite des Moduls 1 sind außerdem zwei im wesentlichen horizontale Statorträger 6 angeordnet, die an ihren Unterseiten mit im linken Teil der Fig. 1 angedeuteten Montageflächen 7 für im rechten Teil der Fig. 1 angedeutete Statorpakete 8 versehen sind. Im übrigen ist das Modul 1 auf einem nicht dargestellten Träger montiert.

- 10 Das aus Fig. 1 ersichtliche, überall an den Verlauf der Trasse angepaßte Modul 1 hätte den Vorteil, daß sich nahezu ideale Fahreigenschaften ergeben würden. Nachteilig wäre jedoch, daß jedes einzelne Modul 1 in Abhängigkeit von dem Ort, an dem es im Fahrweg eingebaut wird, an die dort vorhandenen Krümmungen angepaßt werden müßte, was herstellungstechnisch sehr aufwendig wäre. Ein mit derartigen Modulen 1 hergestellter
- 15 Fahrweg ist daher bisher nicht bekannt geworden. Es ist vielmehr üblich, die Module 1 sämtlich identisch auszubilden und mit im Rahmen der Herstellungstoleranzen ebenen Gleit-, Seitenführungs- und Montageflächen 3, 5 und 7 zu versehen (z. B. DE 198 08 622 C2, EP 1 048 784 A2). Im Bereich von Kurven od. dgl. werden diese Module 1 nach Art eines der Raumkurve 2 angenäherten Polygonzugs verlegt. Beträgt die Länge eines
- 20 Moduls 1 ca. 6 m, dann können auf einem ca. 30 m langen Träger fünf derartige Module 1 polygonal hintereinander angeordnet werden. Eine polygonale Verlegung der Module 1 für mit Geschwindigkeiten von 500 km/h und mehr betriebene Magnetschwebefahrzeuge ist allerdings nur bei geraden oder mit sehr großen Krümmungsradien gekrümmten Fahrwegabschnitten vertretbar. Dagegen ergeben sich bei kleineren Krümmungsradien ab
- 25 ca. 2000 m und weniger merkbare Verschlechterungen, die den Fahrkomfort beeinträchtigen und bisher in Kauf genommen werden.

- Erfindungsgemäß wird demgegenüber vorgeschlagen, Fahrwegmodule 10 gemäß Fig. 2 vorzusehen. Ein solches, insgesamt plattenförmiges Fahrwegmodul 10 besteht im wesentlichen aus einer vergleichsweise dünnen, aus Stahlblech hergestellten, planparallelen
- 30 Deckplatte 11, an deren Unterseite der Versteifung dienende, senkrecht abstehende Stege

- 9 -

12 vorzugsweise durch Schweißen befestigt sind. An den seitlichen Längskanten der Deckplatte 11 sind übliche; in x-Richtung erstreckte Seitenführschiene 14 montiert. Auf der Oberseite der Deckplatte 11 sind zwei ebenfalls in x-Richtung verlaufende Gleitleisten 15 angebracht. Schließlich sind an den Unterseiten von zwei Stegen 12 quer dazu
5 verlaufende, leistenförmige Statorträger 16 befestigt.

Die beschriebenen Bauteile bestehen vorzugsweise sämtlich aus Stahl und sind durch Schweißen zu einer zusammenhängenden Baueinheit miteinander verbunden. Außerdem werden vorzugsweise alle Fahrwegmodule 10 identisch hergestellt, wobei die allgemein als
10 erste Ausrüstungsteile bezeichneten Seitenführschiene 14 und Gleitleisten 15 und die als zweite Ausrüstungsteile bezeichneten Statorträger 16 sämtlich durchgehend gerade ausgebildet sind und z. B. aus im wesentlichen planparallelen Profilen bestehen.

Die Ausrüstungsteile 14, 15 und 16 weisen im fertigen Zustand an ihren Außen-, Ober-
15 bzw. Unterseiten die anhand der Fig. 1 erläuterten ersten Funktionsflächen in Form von Seitenführungsflächen 17 und Gleitflächen 18 und bzw. zweiten Funktionsflächen in Form von Montageflächen 19 auf. Dabei werden diese Funktionsflächen 17, 18 und 19 erfindungsgemäß dadurch hergestellt, daß die Ausrüstungsteile 14, 15 und 16 sämtlich mit einem ausreichenden Übermaß hergestellt und dann durch spanabhebende Bearbeitung auf
20 ein vorgegebenes Sollmaß abgearbeitet werden. Dies ist in Fig. 2 durch die schraffierten Bereiche der Ausrüstungsteile angedeutet, die eine Materialzugabe darstellen. Dabei werden, wie in Fig. 2 angedeutet ist, die Seitenführschiene 14 auf ein Endmaß d , die Gleitleisten 15 auf ein Endmaß h_1 und die Statorträger 16 auf ein Endmaß h_2 abgearbeitet. Um dies zu ermöglichen, ist das Übermaß bzw. die ursprüngliche Dicke der
25 Seitenführschiene 14 so gewählt, daß die Außenflächen der Seitenführschiene 14 nach der Herstellung des Moduls 10 überall einen größeren Abstand voneinander aufweisen, als der geforderten Spurweite entspricht. Entsprechend werden die Übermaße bzw. die Höhen der Gleitleisten 15 und Statorträger 16 so groß gewählt, daß die Oberseiten der Gleitleisten 15 bzw. die Unterseiten der Statorträger 16 nach der Herstellung des Moduls 10
30 überall einen größeren Abstand voneinander aufweisen, als dem geforderten Zangenmaß entspricht.

- 10 -

Die endgültige Fertigstellung des Moduls 10 erfolgt in einem den Schweißarbeiten nachgeschalteten Arbeitsschritt durch spanabhebende Bearbeitung der mit Übermaß hergestellten Flächen. Diese Bearbeitung erfolgt vorzugsweise durch Fräsen, könnte aber auch durch Hobeln oder irgendeine andere geeignete Bearbeitung ersetzt werden. Dabei
5 wird beispielsweise wie folgt vorgegangen:

Für die aus der Fertigung kommenden Module 10 wird zunächst unter Berücksichtigung des individuellen Aufmaßes eine fiktive, parallel zur x-Achse verlaufende Mittel- bzw. Symmetrieachse festgelegt. Diese fiktive Mittelachse kann von der tatsächlich vorhandenen
10 (geometrischen) Bauteilachse im Extremfall um einige Millimeter nach beiden Seiten abweichen, z. B. weil die Seitenführschienen 14 oder die Gleitleisten 15 nicht exakt befestigt wurden.

Es werden nun die Seitenführschienen 14 an ihren Außenseiten in y-Richtung und die
15 Gleitleisten 15 an ihren Oberseiten in z-Richtung spanabhöbend bearbeitet, um dadurch die Seitenführungsflächen 17 und die Gleitflächen 18 gemäß Fig. 2 zu erhalten. Dabei ist beachtlich, daß die Seitenführungsflächen 17 in z-Richtung und die Gleitflächen 18 in y-Richtung keine exakte Ausrichtung erfordern und daher ihre Lage insoweit unkritisch ist.

Ein Vorteil der beschriebenen Verfahrensweise besteht darin, daß die Seitenführungs- und Gleitflächen 17, 18 mit derselben Werkstückeinspannung z. B. in einem Portalfräswerk bearbeitet werden können, indem z. B. ein Stirnfräser zunächst in vertikaler Lage zur Herstellung der Seitenführungsflächen 17 und dann in einer um 90° geschwenkten horizontalen Lage zur Herstellung der Gleitflächen 18 benutzt und je einmal links und
25 rechts von der fiktiven Mittelachse verfahren wird.

Die im Einzelfall durchgeführte Bearbeitung der Seitenführschienen 14 und Gleitleisten 15 hängt davon ab, ob es sich um ein für Geradeausfahrt oder ein für eine Kurven-, Berg- oder Talfahrt od. dgl. vorgesehenes Modul 10 handeln soll. Bei einem für einen geraden
30 Fahrwegabschnitt bestimmten Modul 10 werden die fertigen Seitenführungs- und Gleitflächen 14, 15 jeweils als parallel zur xz- bzw. xy-Ebene verlaufende Ebenen hergestellt.

- 11 -

Handelt es sich dagegen um Module 10, die für einen gekrümmten Fahrwegabschnitt analog zu Fig. 1 bestimmt sind, dann erfolgt die Bearbeitung der Seitenführschienen 14 und Gleitflächen 15 so, daß die Seitenführungsflächen 17 und die Gleitflächen 18 eine Krümmung annehmen, die dem jeweils zugehörigen Abschnitt der Raumkurve (z.B. 2 in Fig. 1) genau entspricht. Der Fräsvorgang erfolgt in diesem Fall mit einem computer-gesteuerten Werkzeug unter Anwendung aller notwendigen Daten der Trasse. Daraus folgt, daß die Seitenführ- und Gleitflächen 17, 18 gemäß Fig. 2 trotz der ursprünglich gerade ausgebildeten Module 10 und Ausrüstungsteile 14, 15 und 16 nach der Bearbeitung genau dieselben Krümmungen aufweisen, die in Fig. 1 für die dort gezeigten Seitenführungsflächen 5 und Gleitflächen 3 als ideal bezeichnet wurden, da sie genau dem Trassenverlauf folgen. Durch die Erfindung ergibt sich somit der Vorteil, daß die Seitenführungs- und Gleitflächen 17, 18 mit Hilfe eines vergleichsweise einfach durchzuführenden Fräsvorgangs nicht nur exakt parallel zueinander ausgebildet, sondern wegen der gewählten Übermaße auch über die gesamte Trägerlänge optimal an den Trassenverlauf angepaßt werden können. Die daraus resultierenden Toleranzabweichungen sind weitaus kleiner als jene, die sich bei polygonaler Verlegung von identisch ausgebildeten geraden Modulen ergeben würden. Außerdem ist der bei der Herstellung der Module 10 zu betreibende Aufwand erheblich geringer, als wenn die Seitenführschienen 14 und Gleitleisten 15 wie bisher durch Ausrichten an die zugehörigen Raumkurvenabschnitte angepaßt oder die Module analog zu Fig. 1 als Ganzes individuell gekrümmt werden müßten.

Die Befestigung der Statorpakete 8 an den Statorträgern 16 kann auf verschiedene und an sich bekannte Weise erfolgen (z.B. DE 34 04 061 C2, DE 39 28 278 C2). Im Ausführungsbeispiel werden in Analogie zu DE 39 28 278 C2 die aus Fig. 3 ersichtlichen Befestigungsmittel vorgesehen. Hierzu werden die Montageflächen 19 an den Unterseiten der Statorträger 16 (Fig. 2) als erste Anschlagflächen 20 (Fig. 3) ausgebildet. Diese Anschlagflächen 20 müssen nicht nur präzise hergestellt und möglichst parallel zu den Gleitflächen 18 (Fig. 2) angeordnet sein, da sie die exakte Lage der Statorpakete 8 an den Modulen 10 festlegen. Sie müssen vielmehr auch von den Gleitflächen 18 in z-Richtung einen vorgewählten Abstand haben, der zur Festlegung eines vorgewählten Zangenmaßes dient, das im eingebauten Zustand dem Abstand der Gleitflächen 18 von Unterseiten 21

- 12 -

der Statorpakete 8 entspricht und u. a. das Maß festlegt, mit dem die Fahrzeuge beim Starten aus dem Stillstand in den Schwebezustand angehoben werden müssen. Außerdem wirken die Unterseiten 21 in bekannter Weise mit den Trag- und Erregermagneten der Fahrzeuge unter Bildung eines Spalts zusammen.

5

Die Statorpakete 8 sind an ihren Oberseiten mit quer zu ihren Längsrichtungen bzw. in y-Richtung erstreckten Traversen 22 fest verbunden, die über die Statorpakete 8 vorstehende, ebenfalls in y-Richtung verlaufende Ansätze 22a mit schwalbenschwanz- oder T-förmigen Querschnitten aufweisen. Die Oberseiten diese Ansätze 22a sind als zweite

10 Anschlagflächen 23 ausgebildet (Fig. 3), die exakt parallel und mit konstanten Abständen zu den Unterseiten 21 verlaufen.

Die Ansätze 22a werden zur Herstellung einer redundanten, lösbaren Verbindung mit den Modulen 10 in Nuten 24 (Fig. 3) eingesetzt, die an den Unterseiten des Statorträgers 16
15 ausgebildet sind, den Querschnitten der Ansätze 22a im wesentlichen entsprechende schwalbenschwanz- oder T-förmige Querschnitte aufweisen und im wesentlichen parallel zur y-Richtung der Module 10 angeordnet sind. Die Böden dieser Nuten 24 bilden die Anschlagflächen 20, die mit den Anschlagflächen 23 zusammenwirken und die Lage und Ausrichtung der Statorpakete 8 bzw. der Unterseiten 21 festlegen.

20

Nach der oben beschriebenen Herstellung der Seitenführungs- und Gleitflächen 17, 18 werden die Fahrweg-Module 10 je nach Ausbildung der Anschlagflächen 20, 23 in einem Bohr- und/oder Nutenfräswerk eingespannt, um in an sich bekannter Weise die Nuten 24, die Anschlagflächen 20 sowie die Bohrungen für die Befestigungsschrauben in den
25 Statorträgern 16 auszubilden. Dabei ist die Erstreckung der Anschlagflächen 20 in y-Richtung unkritisch, und in x-Richtung sind in vorgewählten Abständen jeweils so viele erste Anschlagflächen 20 vorhanden, wie Traversen 22 an den Statorpaketen 8 angebracht sind. Die Statorträger 16 können den Statorpaketen 8 oder den Modulen 10 entsprechende Längen aufweisen oder aus einzelnen, entsprechend den Nuten 24 beabstandeten Bauteilen
30 bestehen.

Im Gegensatz zu den Seitenführungs- und Gleitflächen 17, 18 liegen alle einem bestimmten Statorpaket 8 zugeordneten Anschlagflächen 20 jeweils in einer Ebene. Solange es sich um gerade Fahrwegabschnitte handelt, liegen die Anschlagflächen 20 aller zugehörigen Statorpakete 8 in derselben (xy-) Ebene. Handelt es sich dagegen um gekrümmte Fahrwegabschnitte, dann liegen die Anschlagflächen 20 jeweils in solchen voneinander abweichenden Ebenen, das sich nach der Montage der Statorpakete 8 automatisch deren oben erläuterte polygonale Anordnung ergibt.

Die Befestigung der Statorpakete 8 an den Statorträgern 16 erfolgt nach dem Einsetzen der Ansätze 22a in die Nuten 24 mit Hilfe von nur schematisch dargestellten, die Traversen 22 durchsetzenden Befestigungsschrauben, wobei die beschriebenen Querschnitte der Ansätze 22a und der Nuten 24 sicherstellen, daß bei einem möglichen späteren Ermüdungsbruch irgendeiner dieser Befestigungsschrauben das betreffende Statorpaket 8 nicht herabfällt. Die Ansätze 22a können zu diesem Zweck, wie insbesondere Fig. 3 zeigt, auch mit einem geringen Spiel in den Nuten 24 angeordnet sein. Die Anschlagflächen 20, 23 befinden sich dann nur in dem durch die Befestigungsschrauben hergestellten montierten Zustand der Statorpakete 8 in gegenseitiger Anlage, während bei fehlenden Befestigungsschrauben zwischen den Anschlagflächen 20, 23 ein kleiner Spalt entsteht, der mittels an den Fahrzeugen mitgeführten Sensoren erfaßt und zur Erkennung eines Schraubenbruchs genutzt werden kann.

Fig. 4 bis 6 zeigen einen längeren Abschnitt eines mit den erfindungsgemäßen Fahrwegmodulen 10 hergestellten Fahrwegs. An einen geraden Fahrwegabschnitt 25 mit einer Mehrzahl von geraden, für Geradeausfahrt bestimmten Modulen 10a schließt sich ein Übergangsabschnitt 26 mit zwei Modulen 10b, 10c an, die einen Übergang vom geraden Fahrwegabschnitt 25 zu einem Kurvenabschnitt 27 bilden, der mit einem vergleichsweise kleinen Krümmungsradius gekrümmt ist und eine Mehrzahl von Modulen 10d, 10e und 10f usw. enthält. Zur Herstellung dieses Fahrwegs werden die Fahrweg-Module 10a in völlig gerader Ausführung hergestellt und mit ebenen Seitenführungs- und Gleitflächen 17a, 18a versehen. Die Module 10d, 10e und 10f usw. werden in der anhand der Fig. 2 und 3 erläuterten Weise ebenfalls in völlig gerader Ausführung hergestellt, jedoch daran

- 14 -

anschließend mit Seitenführungs- und Gleitflächen 17b, 18b versehen, die in allen drei Richtungen (Fig. 1) gekrümmt sind.

Die Fahrwegmodule 10b, 10c im Übergangsabschnitt 26 könnten prinzipiell analog zu denen im Kurvenabschnitt 27 ausgebildet werden. Erfindungsgemäß wird für diese Module 10b, 10c jedoch eine gegenüber Fig. 2 abgewandelte Herstellungstechnik angewendet. Dabei wird davon ausgegangen, daß im Übergangsabschnitt 26 die Krümmungen noch längs so großer Radien verlaufen, daß eine polygonartige Verlegung von völlig geraden, den Modulen 10a entsprechenden Modulen 10b, 10c im Prinzip ausreichen würde. Da im Kurvenabschnitt 27 jedoch eine vergleichsweise große Querneigung der Module 10d, 10c, 10f usw. erforderlich ist (maximal ca. 16°), könnte dies selbst bei polygonaler Verlegung zu einem unerwünscht großen Seiten- bzw. Höhenversatz an den Stoßstellen der rechten oder linken Seitenführungs- und Gleitflächen 17, 18 führen, wie die unterschiedlichen Querneigungen in Fig. 5 und 6 erkennen lassen. Um dies zu vermeiden, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die Module 10b, 10c um ihre Längsachse bzw. die x-Achse allmählich und in x-Richtung (Fahrtrichtung) fortschreitend elastisch zu verwinden und in dieser verwundenen Form am zugehörigen, in Fig. 6 angedeuteten Träger 28 zu befestigen. Dabei wird das Maß der Verwindung vorzugsweise so gewählt, daß die in Fig. 4 linke Stoßfläche des Moduls 10b genau bündig mit der rechten Stoßfläche des angrenzenden Moduls 10a und entsprechend die rechte Stoßfläche des Moduls 10c genau bündig mit der angrenzenden Stoßfläche des Moduls 10d liegt, d. h. innerhalb eines jeden Moduls 10b, 10c eine entsprechende allmähliche Änderung der Querneigung erhalten wird. Entsprechendes gilt für den Stoß zwischen den Modulen 10b und 10c, so daß im ganzen Übergangsabschnitt 26 kein störender Seiten- oder Höhenversatz auftritt.

25

Die Verwindung der Module 10b, 10c kann beispielsweise vor deren Befestigung am betreffenden Träger durch Vergußmörtel od. dgl. mit Hilfe eines auf einem Verlegezug mitgeführten Montagerahmens oder einfach dadurch erfolgen, daß sie im Bereich ihrer Stirnflächen mit Hilfe von in z-Richtung justierbaren Schraubenverbindungen am betreffenden Träger befestigt werden. Zur Ermöglichung einer derartigen Verwindung werden die Module 10b, 10c entweder ausreichend biegeweich ausgebildet, indem z. B. ver-

30

- 15 -

steifende Schotten und andere Querverbindungen weggelassen werden oder indem sie insgesamt aus einem vergleichsweise weichen Material hergestellt werden. Da die Verwindung im übrigen nur über ein Maß von wenigen Millimetern erforderlich ist, bereitet sie auch bei Modulen mit einer Länge von bis zu ca. 6 m keine Probleme. Abgesehen davon ist klar, daß die Krümmungen in Fig. 4 übertrieben groß dargestellt sind und die nicht sichtbaren Teile der Module im wesentlichen gerade und identisch sind.

- Fig. 7 und 8 zeigen Einzelheiten eines erfindungsgemäßen Moduls 10g von oben und unten analog zu Fig. 2, jedoch im noch unbearbeiteten Zustand der verschiedenen Ausrüstungsteile. Insbesondere aus Fig. 8 ist ersichtlich, daß die Stege 12 durch Schotten 29 verbunden sein können, um mit den Deckplatten 11 eine biegesteife Gesamtkonstruktion zu erhalten. Die Deckplatten 11, Stege 12 und Schotten 29 sind zweckmäßig durch Schweißen verbunden.
- Das Modul 10g nach Fig. 7 und 8 ist als sogenanntes "nicht mittragendes" Bauteil ausgebildet und erfindungsgemäß mit einer integralen Lagerung versehen. Das bedeutet, daß die auf das Modul 10g ausgeübten Kräfte direkt in den darunter befindlichen Träger eingeleitet werden, benachbarte Module 10g in x-Richtung aber nicht schubfest miteinander verbunden sind. Als integrale Lager dienen hier vorzugsweise stab- oder bandförmige Lagerelemente, die zumindest in einer vorgegebenen Richtung nachgiebig sind. Wie insbesondere Fig. 8 zeigt, sind z. B. im Bereich der vorderen und hinteren Stirnflächen bandförmige Lagerelemente 30 vorgesehen, die in x-Richtung (Fig. 1) nachgiebig, in y-Richtung dagegen im wesentlichen biegesteif sind. Dagegen sind im Bereich der Seitenkanten bandförmige Lagerelemente 31 angebracht, die nur in y-Richtung, aber nicht in x-Richtung nachgiebig sind. Die Lagerelemente 30, 31 erfüllen somit die Funktion je eines in einer Richtung nachgiebigen Loslagers. Schließlich kann zweckmäßig in einem mittleren Bereich des Moduls 10g ein Festlager vorgesehen werden, indem aus je einem der Lagerelemente 30, 31 ein Lagerelement 32 mit kreuzförmigen Querschnitt zusammengesetzt wird (vergleiche auch Fig. 9). Als Materialien für die Lagerelemente 30, 31 und 32 eignen sich Lagerbleche mit entsprechend reduzierter Biegesteifigkeit oder mit besonderem Vorteil Federbleche, d. h. aus Federstahl gefertigte Blechstreifen.

- 16 -

Die Montage des Moduls 10g an einem Primärträger 33 aus Beton kann gemäß Fig. 9 dadurch erfolgen, daß dieser an seiner Oberseite und an denjenigen Stellen, an denen die Lagerelemente 30, 31 und 32 zu liegen kommen, mit entsprechenden Aussparungen 34 versehen wird, die die Lagerelemente 30, 31 und 32 teilweise in sich aufnehmen und nach
5 der Ausrichtung des Moduls 10g auf dem Träger 33 mit (Sekundär)-Mörtel 35 vergossen werden. Das gesamte Modul 10g ist dann mittels der Lagerelemente 30, 31 und 32 in einem vorgewählten Abstand von z. B. ca. 200 mm oberhalb der Trägeroberfläche angeordnet, wobei die Lagerelemente 30 als in Querrichtung (y) feste Lager, die Lagerelemente 31 als in Längsrichtung (x) feste Lager und die Lagerelemente 32 als in Längs-
10 und Querrichtung feste Lager wirken. Eine beispielsweise Anordnung der Lagerelemente an dem Modul 10g ergibt sich aus Fig. 10, wo die Wirkung der verschiedenen Lagerelemente durch dick ausgezogene Striche angedeutet ist. Die Kreise bedeuten, daß dort in alle Richtungen flexible, d. h. freie Lagerelemente vorhanden sind.

15 Ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung für die Lagerelemente ist in Fig. 11 und 12 dargestellt. Anstelle von bandförmigen Lagerelementen sind hier stabförmige Lagerelemente 36 in Form von Stäben mit quadratischem Querschnitt vorgesehen. Die Lagerelemente 36 sind an den Unterseiten von Modulen 10a in einem kreuzförmigen, in Fig. 12 angedeuteten Muster angebracht und in nicht näher dargestellter Weise (z. B.
20 analog zu Fig. 9) an einem Träger 37 befestigt. Die Lagerelemente 36 bestehen z. B. aus Biegestäben, die zumindest in x- und y-Richtung und bei Anwendung von kreisrunden Querschnitten praktisch in allen Richtungen quer zu ihren Längsachsen flexibel sind. Sie erfüllen daher im wesentlichen die Aufgabe von freien Lagern, die in mehreren Richtungen Kräfte aufnehmen können, wie sie z. B. bei Temperaturschwankungen auftreten.
25 Derartige freie Lager können z. B. in Fig. 10 an den mit Kreisen markierten Stellen vorgesehen werden. Die Zahl der Lagerelemente 36, die pro Lagerstelle verwendet werden, ist insbesondere von den gewählten Materialien und dem gewünschten Abstand der Module 10h von den Trägern 37 abhängig.

30 Fig. 13 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel für die Befestigung von Modulen 10i an einem Träger 38. Bei dieser Variante sind den Fig. 7 bis 12 entsprechen-

- 17 -

de Lagerelemente 39 fest auf den Oberseiten des Trägers 38 befestigt und an ihren oberen Enden mit Anschlußflanschen 40 versehen. Dagegen sind an den Unterseiten der Module 10i entsprechende, an den jeweiligen Befestigungsstellen angeordnete Anschlußflansche 41 z. B. durch Schweißen befestigt. Es ist dann nur erforderlich, die Module 10i mit ihren 5 Flanschen 41 auf die Flansche 40 aufzulegen und beide dann mittels die Flansche 40, 41 durchragender Befestigungsschrauben 42 zu verbinden. Das hat den Vorteil, daß die Module 10i lösbar mit den Trägern 38 verbunden sind und bei Bedarf leicht demontiert und ausgewechselt werden können. Außerdem bietet diese Variante gegenüber Fig. 9 und 11 den Vorteil, daß es durch Einführung von Ausgleichsscheiben zwischen den Flanschen 10 40, 41 leicht möglich ist, die einzelnen Module 10i trassengerecht und im Bereich der Stoßstellen ohne Versatz auf den Trägern 38 auszurichten. Die Lagerelemente 39 können dabei analog zu Fig. 7 bis 12 ausgebildet sein.

Ein weiteres, bisher für am besten gehaltenes Ausführungsbeispiel für ein nicht mit- 15 tragendes Bauteil ist in Fig. 14 bis 16 dargestellt. Die Lagerelemente 30 nach Fig. 7 und 8 sind hier durch Paare 43 aus je zwei bandförmigen, parallel zueinander angeordneten Lagerelementen 43a, 43b nach Art von Blattfedern ersetzt. Ähnlich zu den Ausführungsbeispielen nach Fig. 11 und 13 stellen die Lagerelemente 43a, 43b von Modulen 10j getrennte, in x-Richtung (vgl. auch Fig. 1) nachgiebige Bauteile dar. Wie insbesondere 20 Fig. 14 bis 16 zeigen, ist die Unterseite des Moduls 10j an vorderen und hinteren Stirnseiten mit kurzen Montageleisten 44 in Form von planparallelen Ansätzen oder Stegen versehen, deren Planflächen senkrecht zur x-Richtung stehen. Den beiden Planflächen der Montageleisten 44 liegen die oberen Enden der beiden Lagerelemente 43a, 43b der Paare 43 an, so daß die Breitseiten der Lagerelemente 43a, 43b ebenfalls senkrecht zur x- 25 Richtung stehen. Die unteren Enden der Lagerelemente 43a, 43b sind durch zwischen ihnen angeordnete Abstandsstücke 45 zusammen gehalten. Zur Befestigung der Lagerelemente 43a, 43b dienen Befestigungsschrauben 46 und 47, die koaxial ausrichtbare Löcher in den Montageleisten 44, Abstandsstücken 45 und Lagerelementen 43a, 43b durchragen, und auf die Befestigungsschrauben 46, 47 aufgedrehte Muttern. Alternativ 30 können aber auch andere Befestigungselemente verwendet werden.

Wie Fig. 15 und 16 zeigen, erfolgt die Montage der Module 10j an den Trägern 33 nach dem Anbringen der Lagerelemente 43a, 43b und Abstandsstücke 45 analog zu Fig. 9 z. B. durch Sekundär-Mörtel 48.

- 5 Zwischen den Montageleisten 44 und den Lagerelementen 43a, 43b sind vorzugsweise zusätzlich plattenförmige Distanzhalter bzw. Abstandsbleche angeordnet. Diese dienen einerseits dem Zweck, federnde Bewegungen der Lagerelemente 43a, 43b ohne Anschlagen an die Montageleisten 44 bzw. ohne Verbiegungen um deren untere Enden zuzulassen. Andererseits können vergleichsweise kurz gehaltene Distanzhalter die
- 10 Hebelarme der Lagerelemente 43a, 43b vergrößern, was die Federeigenschaften verbessert.

- Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 14 bis 16 sind, wie insbesondere Fig. 14 zeigt, im vorderen und hinteren Bereich des Moduls 10j je zwei Paare 43 von Lagerelementen 43a,
- 15 43b vorgesehen, die zwar in x-Richtung, nicht aber in y-Richtung nachgiebig sind und wie die Lagerelemente 30 die Funktion von Loslagern erfüllen. Zwei oder mehr weitere, in einem mittleren Bereich des Moduls 10j vorgesehene Lagerelemente 49 stellen vorzugsweise ebenfalls separate und mit dem Modul 10j durch Schrauben verbindbare Bauteile dar, sind jedoch als Festlager ausgebildet, die z. B. die Funktion der Festlager 32 in
 - 20 Fig. 8 bis 10 erfüllen.

- Ein wesentlicher Vorteil des Ausführungsbeispiels nach Fig. 14 bis 16 besteht darin, daß die Module 10j und die Lagerelemente 49 aus einem für statische Zwecke ausreichend biegesteifen Material, die Federelemente 43a, 43b dagegen aus einem Werkstoff wie z. B.
- 25 Federstahl hergestellt werden können, das Temperaturdehnungen bzw. -stauchungen ermöglicht. Ein daraus resultierender weiterer Vorteil gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 bis 10 besteht darin, daß sich in z-Richtung kürzere Lagerelemente und damit niedrigere Montagehöhen der Module 10j oberhalb der Träger 33 realisieren lassen. Schließlich besteht ein wesentlicher Vorteil darin, daß sich wegen der paarweisen
 - 30 Anwendung der Lagerelemente 43a, 43b eine hohe Redundanz ergibt. Selbst beim Bruch eines Lagerelements eines Paares ist noch eine ausreichende Tragfähigkeit für einen

- 19 -

Notbetrieb vorhanden.

In y-Richtung wirksame Loslager sind beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 14 bis 16 nicht vorgesehen. Sie können entfallen, wenn die erwarteten Temperaturdehnungen bzw.

- 5 -stauchungen z. B. aufgrund kleiner Modulbreiten von z. B. 1 m vergleichsweise gering sind. Außerdem ist klar, daß anstelle der paarweisen Anwendung der Lagerelemente bzw. Blattfedern 43a, 43b auch die Anwendung von nur je einem Lagerelement oder von mehr als zwei Lagerelementen pro Lagerstelle vorgesehen sein könnte.
- 10 Fig. 17 zeigt schließlich ein Ausführungsbeispiel der Erfindung für einen Modul 10k in Form eines "mittragenden" Bauteils, d. h. eines Bauteils, das sowohl mit dem zugehörigen Träger als auch mit in x-Richtung davor oder dahinter liegenden, entsprechenden Modulen 10k desselben Trägers schubfest verbunden ist. Die Lagerelemente 30, 31, 32, 36, 39 und 43 sind hier durch von der Unterseite der Module 10k nach unten abstehende, in
- 15 Quer- und Längsrichtung verlaufende, vergleichsweise biegesteife Leisten bzw. Stege 50 und 51 ersetzt, in denen Löcher 52, 53 ausgebildet sind. Diese Löcher 52, 53 können je nach Art der verwendeten Träger zur Aufnahme von Schrauben oder Dübeln dienen, um aneinander stoßende Module 10k untereinander oder an den betreffenden Trägern zu befestigen, oder als Durchtrittsöffnungen für Beton oder Bewehrungsstäbe dienen und in
- 20 entsprechende Aussparungen eines Betonträgers ragen. Im letzteren Fall sind die Module 10k außerdem vorzugsweise mit in den Deckplatten 11 ausgebildeten, durchgehenden Löchern 54 versehen, die als Betonieröffnungen verwendet werden können und das Einfließen von Sekundärmörtel in die Aussparungen der Träger ermöglichen. Anstelle der Stege 50, 51 können auch andere Schubverbundmittel in Form von Kopfdübeln od. dgl.
- 25 vorgesehen werden..

- Die beschriebenen Ausführungsbeispiele ermöglichen sämtlich eine Vorfabrikation der Module 10 durch Schweißen oder sonstwie und eine erst danach erfolgende, lagegenaue Ausbildung der einzelnen Funktionsflächen 17, 18 und 19 durch spanabhebende Be-
- 30 arbeitung, insbesondere Fräsen. Dadurch wird vermieden, daß aufgrund nachträglich auszuführender Schweiß- oder Richtarbeiten ein Verzug der Funktionsflächen 17, 18

und 19 eintritt, der dann eine erneute Bearbeitung bzw. Feinjustierung erforderlich machen würde. Außerdem ergibt sich der Vorteil, daß die Module 10 in Serienproduktion und identisch ausgebildet werden können, da die endgültige Ausformung der Seitenführungs-, Gleit- und Montageflächen 17, 18 und 19 erst danach erfolgt. Dabei ist klar, daß das jeweilige Übermaß an den zugehörigen Funktionskomponenten 14, 15 und 16 zweckmäßig größer gewählt wird, als der größten innerhalb eines projektierten Fahrwegs erforderlich werdenden, durch spanabhebende Bearbeitung abzutragenden Materialdicke entspricht. Bisher haben sich für das Übermaß der Seitenführschienen 14 Werte von ca. 8 bis 10 mm bei einer Dicke der Seitenführschienen 14 von ca. 30 mm und für die Übermaße der Gleitleisten 15 und Statorträger 16 Werte von ca. 5 mm als ausreichend erwiesen. Außerdem ist klar, daß für den Fahrwegabschnitt 25 in Fig. 4 biegesteifere Module als für den Fahrwegabschnitt 26 vorgesehen werden können. Im übrigen besteht ein wesentlicher Unterschied bei der Herstellung der ersten und zweiten Funktionsflächen 17, 18 bzw. 19 darin, daß die zweiten Funktionsflächen 19 nur der Montage der für das Fahrverhalten wichtigen Statorpakete 8 dienen, während die ersten Funktionsflächen 17, 18 selbst unmittelbar den Fahrkomfort beeinflussen.

Die Gleitleisten 15 werden nach einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung aus Edelstahl oder wetterfestem Stahl hergestellt. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß bei etwaigen Notabsetzungen der Fahrzeuge, beim Absetzen der Gleitkufen der Fahrzeuge auf den Gleitleisten 15 aus anderen Gründen oder z. B. bei Schneeräumungen mit einem Schneeräumfahrzeug, das ein auf den Gleitleisten 15 aufliegendes Räumschild aufweist, keine Gefahr besteht, daß eine etwa auf den Gleitleisten 15 vorgesehene Isolierungsschicht beschädigt oder ganz abgeschabt wird. Eine derartige Isolierungsschicht ist in der Regel insbesondere zum Korrosionsschutz auf allen drei Funktionsflächen 17, 18 und 19 sowie den Anschlagflächen 20 zusätzlich aufgebracht und mit einer Dicke von z.B. 0,5 mm normalerweise vergleichsweise dünn. Bei Anwendung von Gleitleisten 15 aus Edelstahl oder wetterfestem Stahl kann deren Isolierungsschicht entfallen.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, die auf vielfache Weise abgewandelt werden könnten. Das gilt insbesondere für die Zahl und die

- 21 -

Anordnung der im Einzelfall verwendeten Seitenführschiene 14 und Gleitleisten 15. Je nach Typ der Magnetschwebefahrzeuge kann es z. B. ausreichend sein, in einem mittleren Bereich der Module 10 nur je eine einzige Gleitleiste 15 und Seitenführschiene 14 vorzusehen, wobei diese Seitenführschiene 14 beiderseits einer gedachten Mittelachse mit 5 Seitenführungsflächen versehen sein könnte. Entsprechend könnte für den Antrieb nur ein einziger Linearmotor verwendet werden, in welchem Fall es ausreichen würde, die Module mit nur einer in Längsrichtung verlaufenden Reihe von Statorträgern 16 und an diesen ausgebildeten Nuten 24 bzw. Anschlagflächen 20 zu versehen. Weiter kann die Länge der Module 10 variiert werden und beispielsweise nur ca. 2 m statt ca. 6 m 10 betragen. Die verschiedenen, anhand der Fig. 7 bis 16 beschriebenen Lagerelemente dienen nur als Beispiele, die je nach Bedarf und Zweckmäßigkeit durch andere Lagerelemente ersetzt werden können. Auch die Form und die Ausbildung der Module 10 insgesamt wurde nur beispielhaft angegeben. So wäre es z. B. möglich, die Ausrüstungsteile 14, 15 und 16 durch Schweißen zu einem starren Rahmen zu verbinden und danach 15 in an sich bekannter Weise mit Beton zu vergießen. Im Anschluß daran könnte dann wie beschrieben, die spanabhebende Bearbeitung der verschiedenen Ausrüstungsteile erfolgen. Weiterhin ist klar, daß die verschiedenen Lagerungen (Fig. 7 bis 17) auch unabhängig von den speziellen Modulen nach Fig. 1 bis 6 vorteilhaft anwendbar sind. Schließlich versteht sich, daß die verschiedenen Merkmale auch in anderen als den beschriebenen und 20 dargestellten Kombinationen angewendet werden können.

- 22 -

Ansprüche

1. Fahrweg für Magnetschwebefahrzeuge mit wenigstens einem Träger und einer Mehrzahl von an diesem befestigten, längs einer Trasse ausgerichteten Fahrwegmodulen (10),
5 die erste Funktionsflächen (17, 18) in Form von wenigstens je einer Seitenführungs- und Gleitfläche und zweite Funktionsflächen (19) in Form von Statorpaket-Montageflächen aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und die zweiten Funktionsflächen (17, 18, 19) an mit Übermaß hergestellten, durch spanabhebende Bearbeitung auf ein vorgewähltes Sollmaß (d , h_1 , h_2) abgearbeiteten und an den Modulen (10) befindlichen Aus-
10 rüstungsteilen (14, 15, 16) ausgebildet sind.
2. Fahrweg nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Module (10) und Aus-
rüstungsteile (14, 15, 16) aus Stahl bestehen und durch Schweißen miteinander verbunden
sind.
15
3. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die
Ausrüstungsteile (14) für die Seitenführungsflächen (17) aus Seitenführschienen bestehen.
4. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Aus-
20 rüstungsteile (15) für die Gleitflächen (18) aus auf den Oberseiten der Module (10)
befestigten Gleitleisten bestehen.
5. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleitlei-
sten (15) aus Edelstahl oder wetterfestem Stahl bestehen.
25
6. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Module
(10) plattenförmig ausgebildet sind.
7. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 6; dadurch gekennzeichnet, daß die Aus-
30 rüstungsteile (16) für die Montageflächen (19) aus an den Unterseiten der Module (10)
befestigten Statorträgern bestehen.

- 23 -

8. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenführungs- und/oder Gleitflächen (17, 18) im Bereich von Kurven längs durch die Trasse vorgegebener Raumkurven (2) gekrümmt sind.

5

9. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Module (10k) als mittragende Bauteile ausgebildet sind.

10. Fahrweg nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger aus Beton

10 gefertigt und Module (10k) durch Verguß an den Trägern befestigt sind.

11. Fahrweg nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Module (10j) im Bereich von Deckplatten (11) mit Betonieröffnungen (54) versehen sind.

15 12. Fahrweg nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Module (10k) mit nach unten angeordneten Schubverbundmitteln (50, 51) zum Beton versehen sind.

13. Fahrweg nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger aus Stahl gefertigt und die Module (10k) durch Schrauben oder Schweißen an den Trägern befestigt sind.

20

14. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Module (10g bis 10j) als nicht mittragende Bauteile ausgebildet sind.

15. Fahrweg nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger (33) aus Beton
25 gefertigt sind und die Module (10g) an ihren Unterseiten mit in Längs- und/oder Querrichtung biegbaren, durch Verguß an den Trägern (33) befestigten, interalen Lagerelementen (30, 31, 32) versehen sind.

16. Fahrweg nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Module (10g) mit
30 wenigstens einem zur Bildung eines Festlagers bestimmten Lagerelement (32) versehen sind.

- 24 -

17. Fahrweg nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerelemente (36, 39, 43a, 43b, 49) lösbar mit den Modulen (10h bis 10j) verbunden sind.
- 5 18. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Module (10b, 10c) in Übergangsbereichen von Geraden zu Kurven bzw. umgekehrt zur Berücksichtigung von Querneigungsänderungen elastisch verwunden und im verwundenen Zustand an den Trägern (28) befestigt sind.
- 10 19. Fahrwegmodul für einen Fahrweg für Magnetschwebfahrzeuge mit Funktionsflächen (17, 18, 19) in Form von wenigstens je einer Seitenführungs-, Gleit- und Statorpaket-Montagefläche, dadurch gekennzeichnet, daß alle Funktionsflächen (17, 18, 19) an mit ihm fest verbundenen, mit Übermaß und aus Stahl hergestellten und durch spanabhebende Bearbeitung auf ein vorgewähltes Sollmaß (d, h1, h2) abgearbeiteten Ausrüstungsteilen
15 (14, 15, 16) ausgebildet sind.
20. Fahrwegmodul nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß er zusätzlich nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 18 ausgebildet ist.
- 20 21. Fahrwegmodul nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß er zur Herstellung von Querneigungsänderungen elastisch verwindbar ausgebildet ist.
22. Fahrwegmodul für einen Fahrweg für Magnetschwebfahrzeuge mit Funktionsflächen (17, 18, 19) in Form von wenigstens je einer Seitenführungs-, Gleit- und Statorpaket-
25 Montagefläche, dadurch gekennzeichnet, daß es mit Hilfe einer Lagerung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 17 an einem Träger (33, 37) gelagert ist.
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Modul (10) und Ausrüstungsteile (14, 15, 16) mit den beim Stahlbau üblichen Toleranzen separat herge-
30 stellt und dann durch Schweißen miteinander verbunden werden.

- 25 -

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die spanabhebende Bearbeitung erst nach Abschluß aller für die Lagegenauigkeit der Funktionsflächen relevanten Schweißarbeiten durchgeführt wird.
- 5 25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die spanabhebende Bearbeitung durch Fräsen erfolgt.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Module (10b, 10c) zur Herstellung von Querneigungsänderungen elastisch verwunden und im verwundenen Zustand an den Trägern (28) befestigt werden.

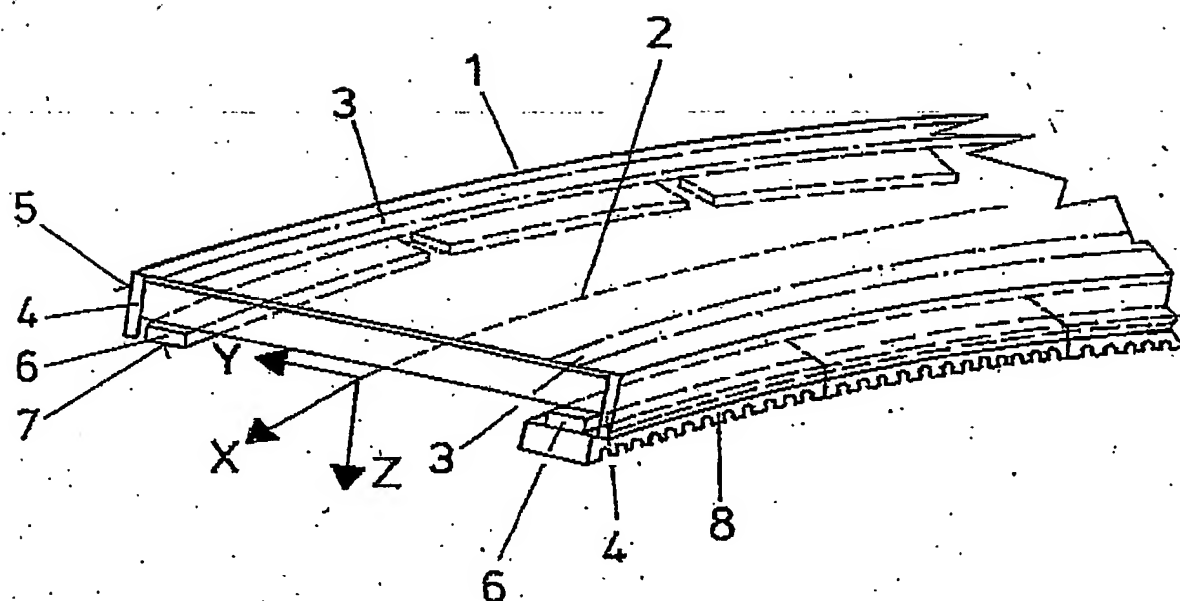
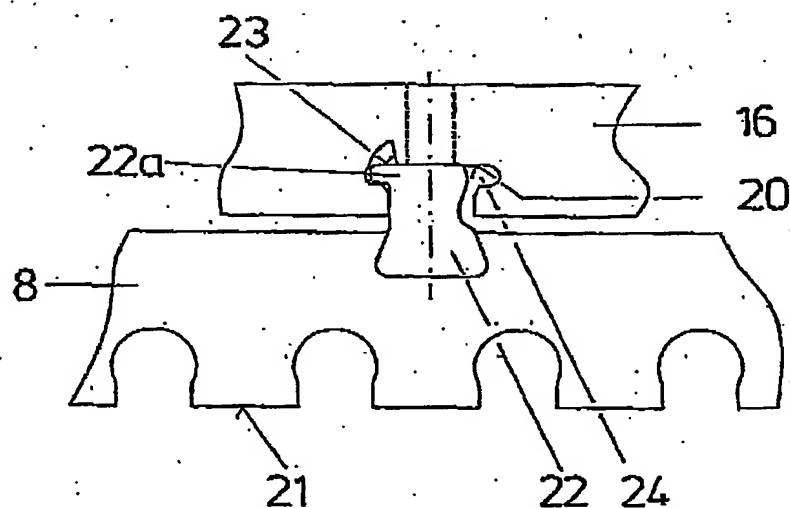
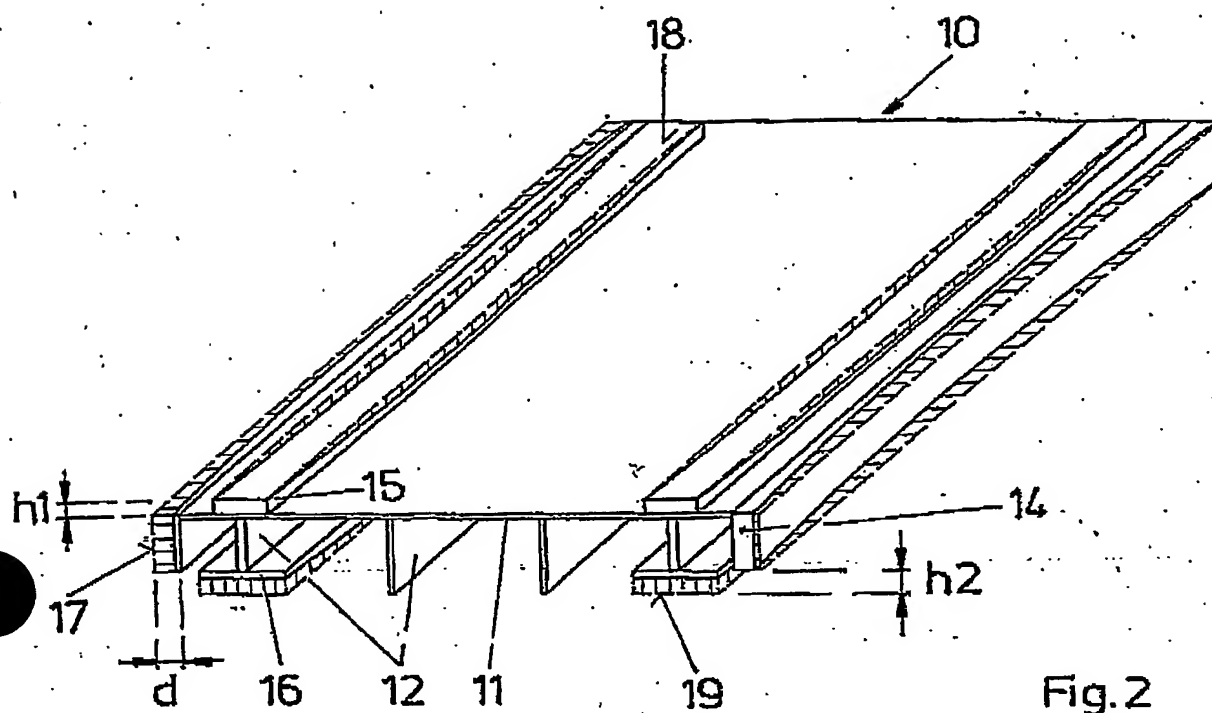


Fig. 1



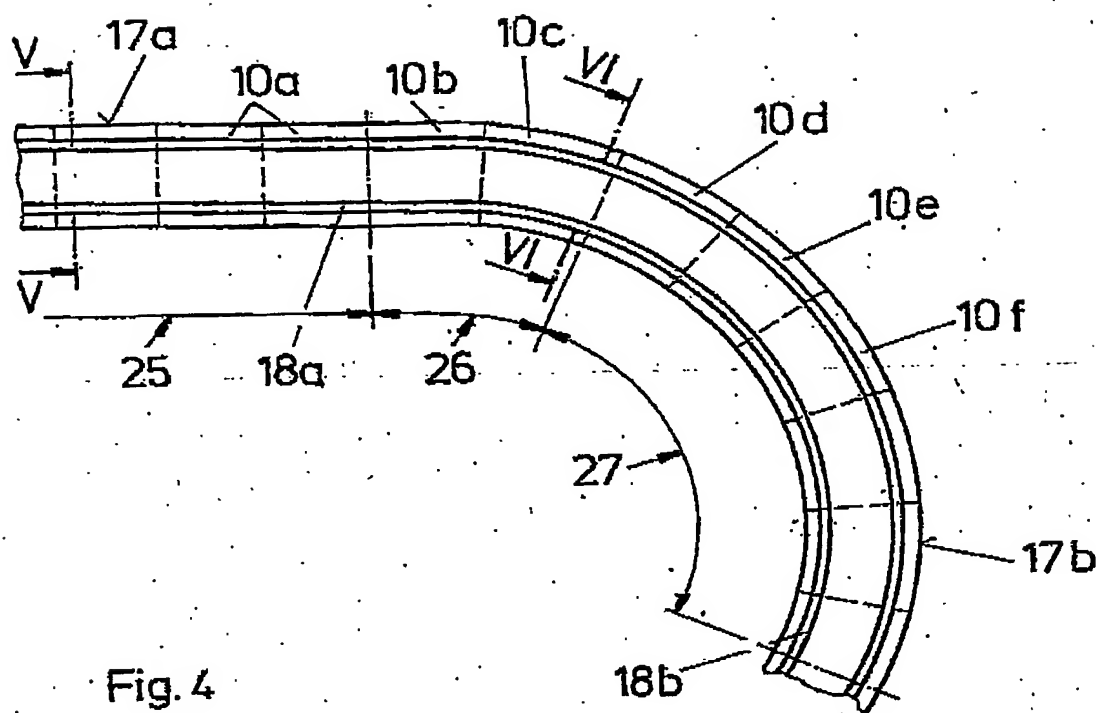


Fig. 4

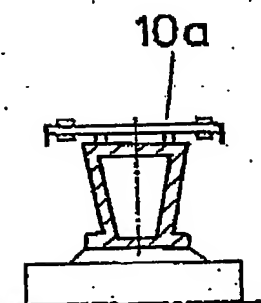


Fig. 5

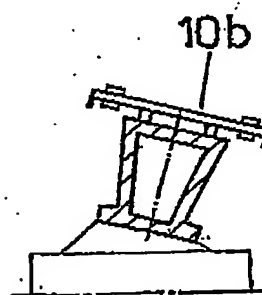


Fig. 6

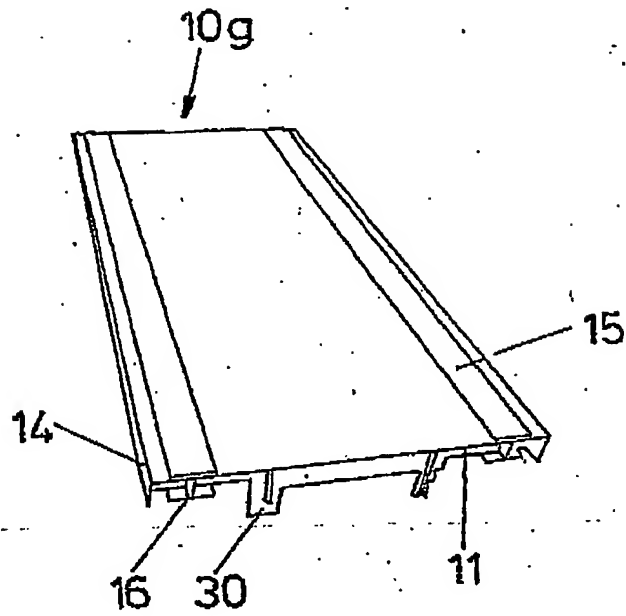


Fig. 7

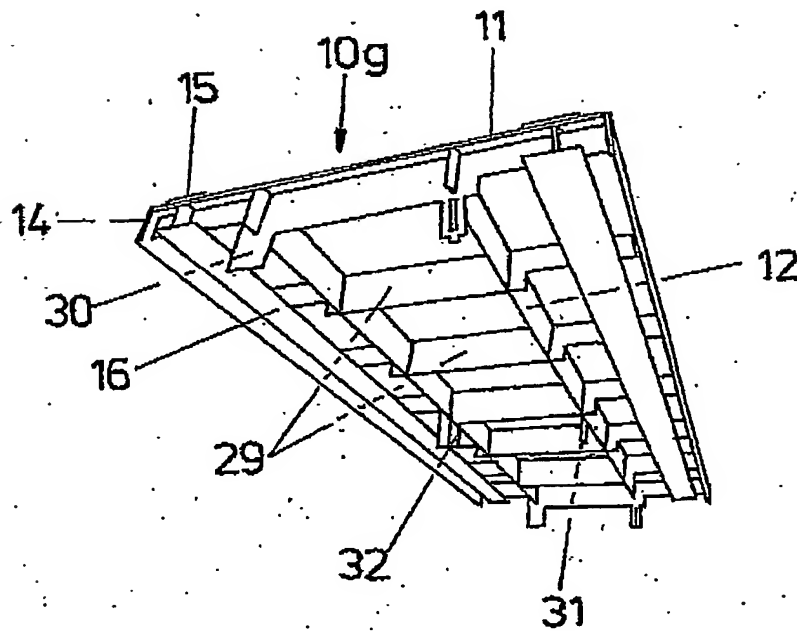
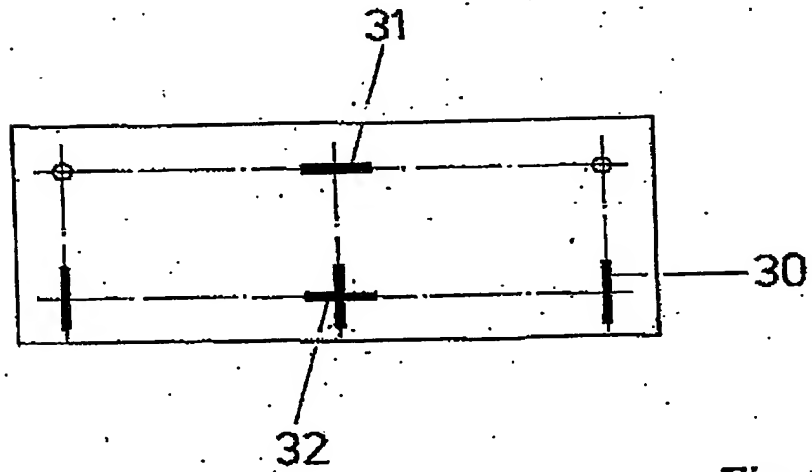
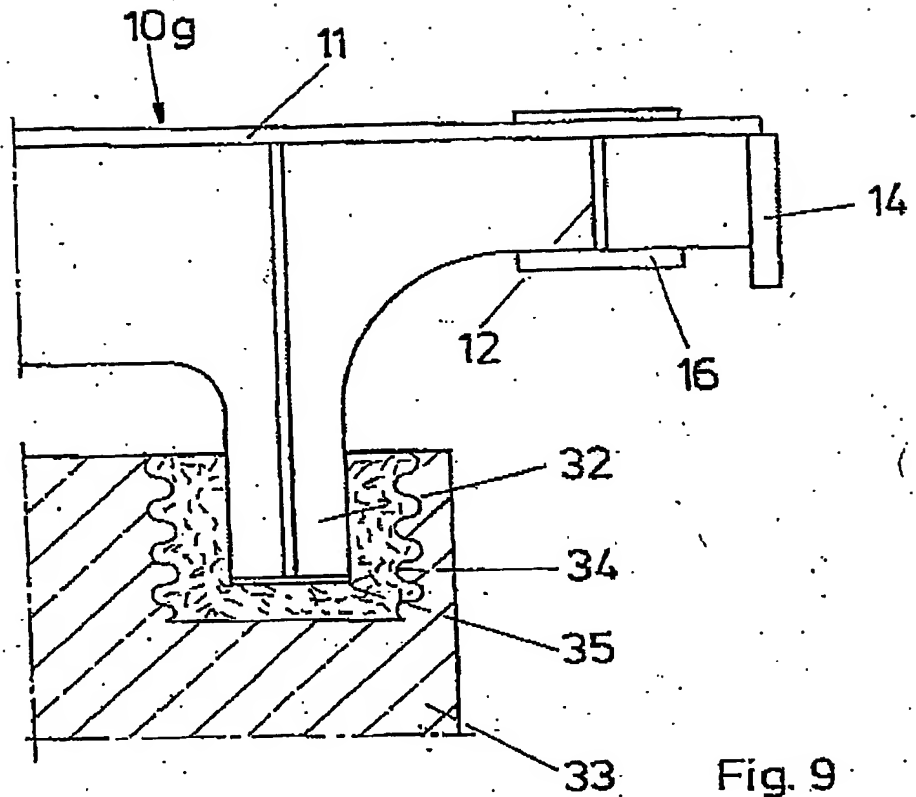


Fig. 8



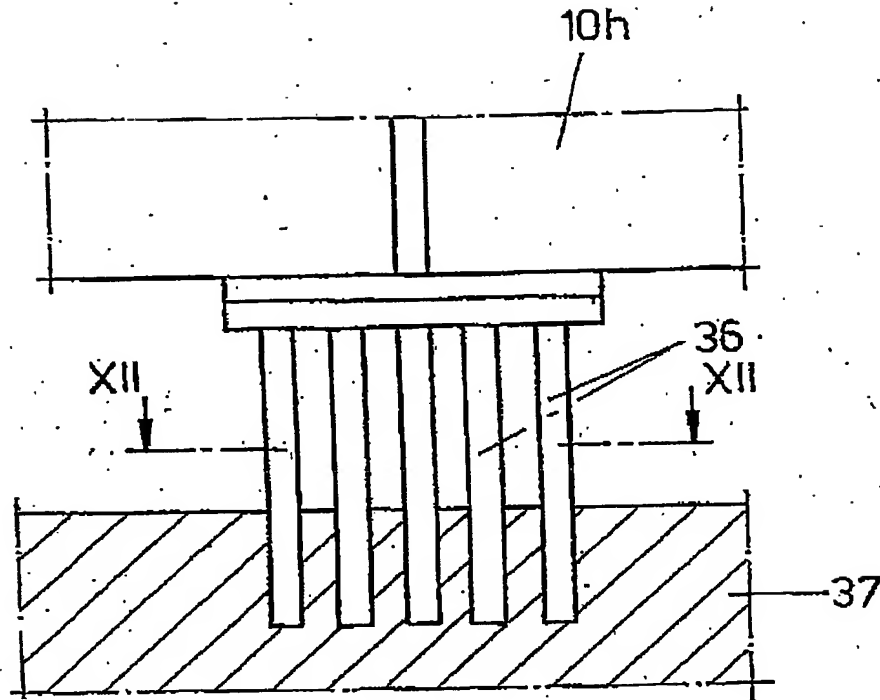


Fig. 11

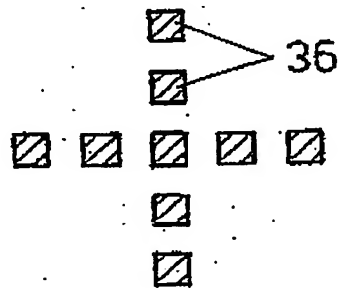


Fig. 12

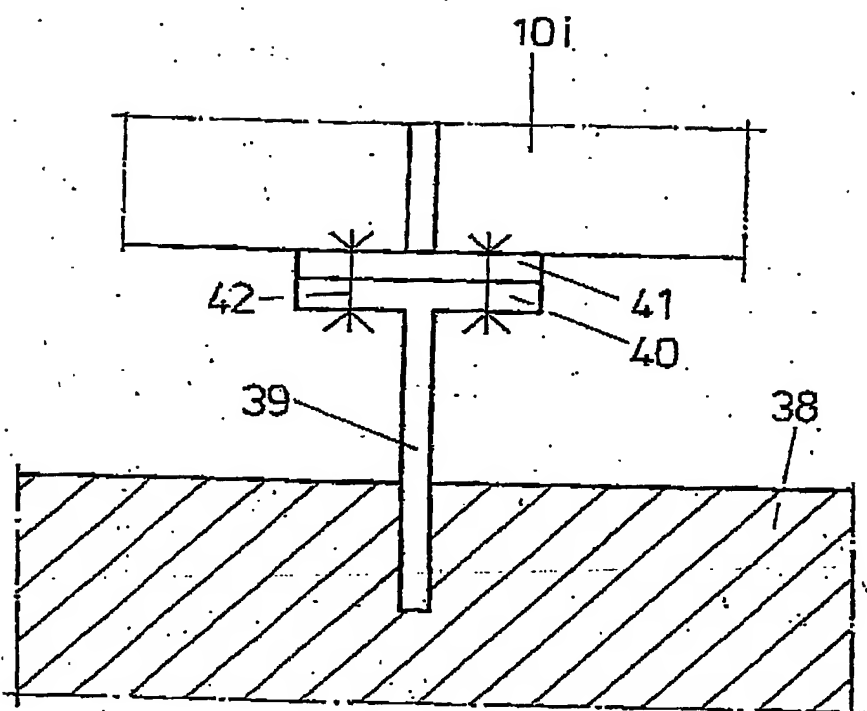


Fig. 13

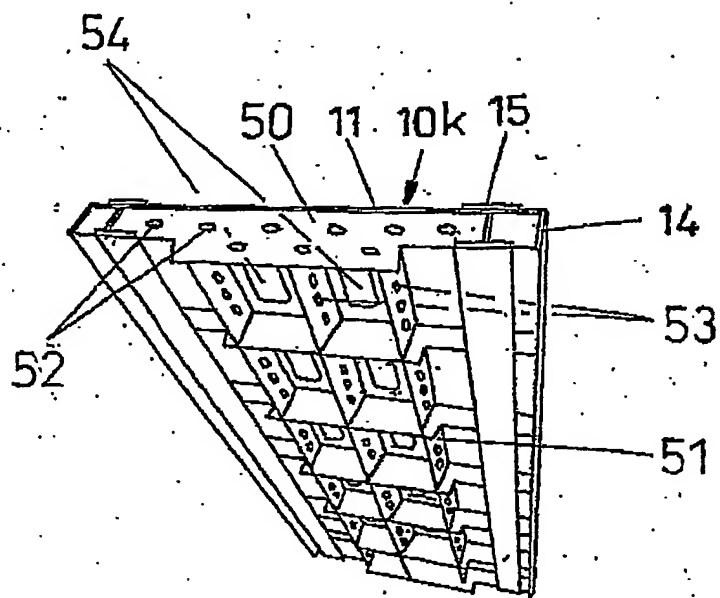
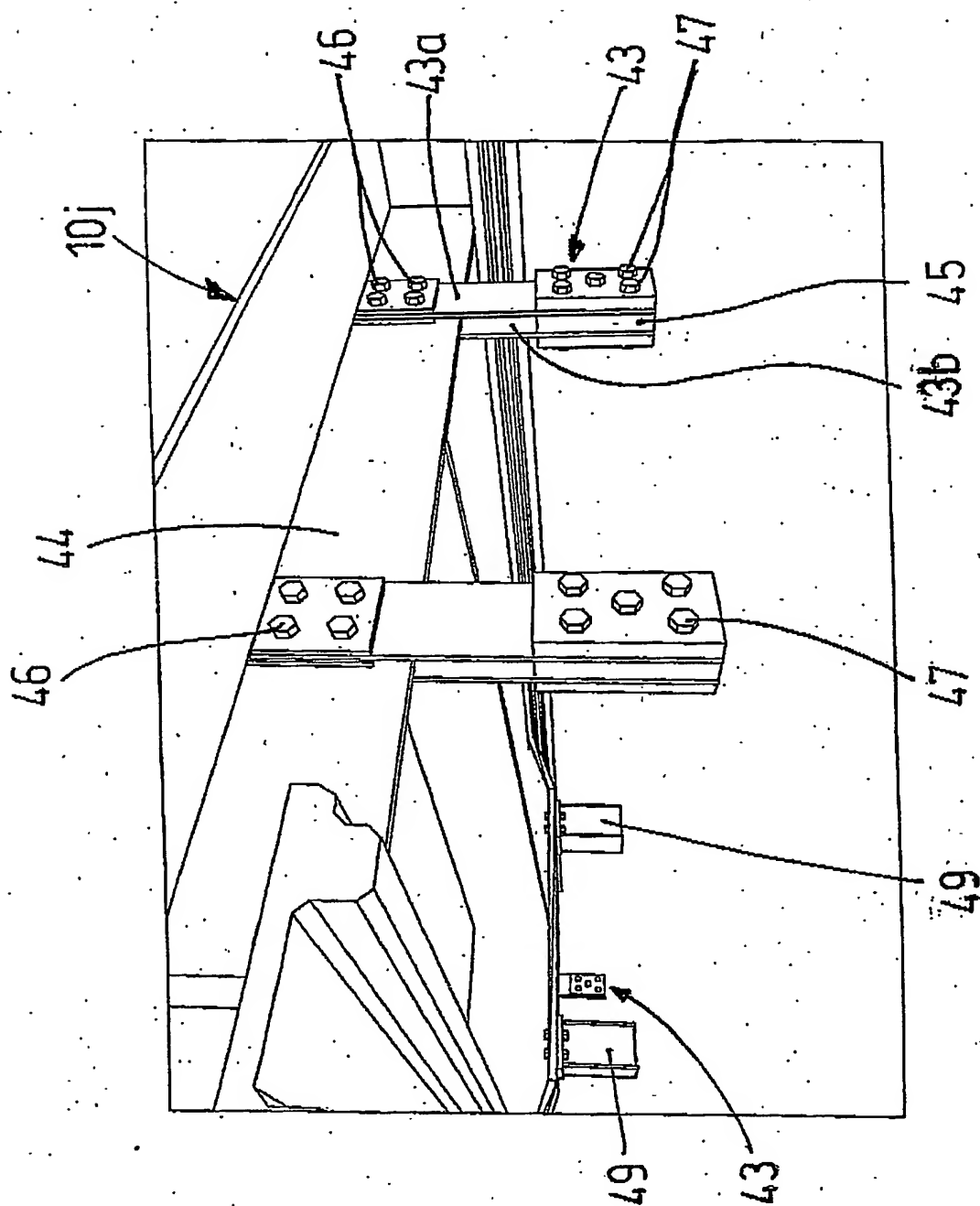


Fig. 17



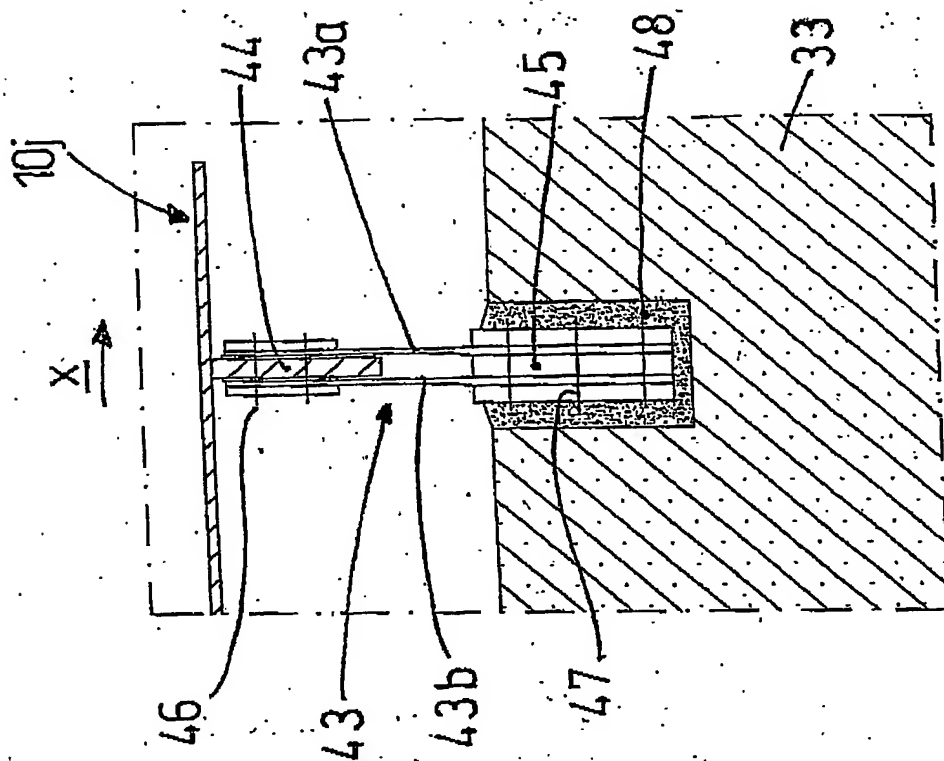


Fig. 16

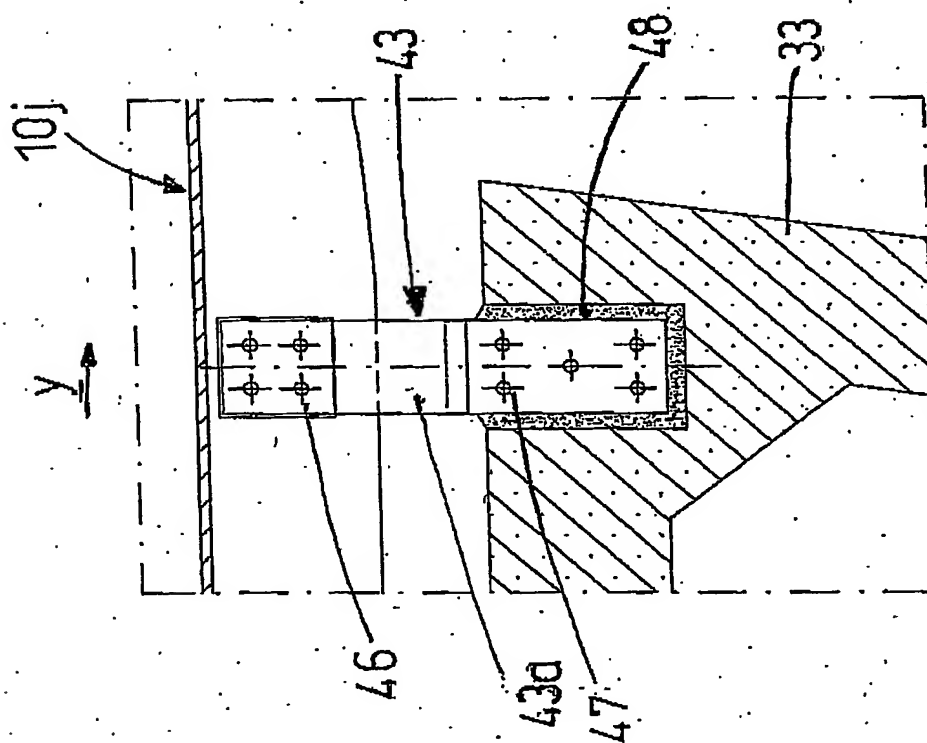


Fig. 15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.